



STEAM

Proyecto

Cáncer y autómatas celulares

Guía del estudiante

EQUIPO TÉCNICO (MINEDUC)

Edgar Freire Caicedo
Laura Maldonado Orellana
Sylvia Chávez Pacheco

Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura



Sara Jaramillo Idrobo
**Directora y Representante Permanente
de la Oficina de la OEI en Ecuador**

Yadhira Espinoza Weaver
Coordinadora de Proyectos OEI

Héctor David Ariza Betancur
Melany Ivonne Rodríguez Castro
Consultores OEI

Pamela Cueva Villavicencio
Coordinación gráfica y diagramación

Punche Moreno
Joe Esteban García

Ilustración

© Ministerio de Educación
Av. Amazonas N34-451 y Av. Atahualpa
Quito-Ecuador
www.educacion.gob.ec

La reproducción parcial o total de esta publicación, en cualquier forma y por cualquier medio mecánico o electrónico, está permitida siempre y cuando sea autorizada por los editores y se cite correctamente la fuente.

**DISTRIBUCIÓN GRATUITA
PROHIBIDA SU VENTA**

Ministerio de Educación



República
del Ecuador

GUÍA ESTUDIANTE

1. Introducción

¡Hola!, bienvenido y bienvenida.

STEAM son las siglas en inglés de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas, esto quiere decir que es un proyecto donde usarás tus habilidades en estas asignaturas para contribuir en el alcance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), son parte de los objetivos que se plantearon las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible para dar solución a los grandes problemas mundiales, como son: la pobreza, el hambre, la inequidad social, el impacto ambiental, entre otros.

Esperamos que con esta guía aprendas y apliques muchos de los conocimientos que has adquirido a lo largo de tu vida escolar. Por favor revisa toda la guía con calma.

2. Objetivo

El ODS 3, expresa la necesidad de garantizar una vida sana y promover el bienestar en todas las edades como parte importante del desarrollo sostenible, si lo colocamos en cifras:

2 segundos	7 millones	1 de cada 3
Cada 2 segundos, alguien entre 30 y 70 años de edad muere prematuramente a causa de enfermedades no transmisibles: enfermedad cardiovascular o respiratoria crónica, diabetes o cáncer.	7 millones de personas mueren cada año a causa de la exposición a finas partículas en el aire contaminado.	Más de una de cada tres mujeres ha sufrido violencia física o sexual en algún momento de su vida, dando como resultado, tanto a largo o a corto plazo, problemas de salud física, mental, sexual y reproductiva.

FIGURA 1. Cifras sobre salud en el mundo según la ODS. UNDP. 2020

Según la OMS el cáncer es un proceso de crecimiento y diseminación incontrolados de células. Puede aparecer prácticamente en cualquier lugar del cuerpo. El tumor suele invadir el tejido circundante y puede provocar metástasis en puntos distantes del organismo.

Para este proyecto es necesario que tomes el rol de un gestor que pertenece a un grupo de artistas visuales que realizan proyectos de arte, ciencia y tecnología, los cuales están interesados en representar en una pieza gráfica la proliferación del cáncer a nivel celular y la importancia de las quimioterapias y radioterapias para frenar o disminuir el proceso; para hacerlo con tu equipo de trabajo deben revisar la teoría sobre la proliferación celular y los autómatas celulares y desde esa mirada es posible recrear artísticamente un modelo de la evolución de las células cancerígenas en el cuerpo humano.

3. ¿Cómo debemos trabajar?

Es importante tener en cuenta que se debe trabajar en grupo de 2 a 4 personas máximo, el proyecto debe realizarse en cuatro (4) semanas y por lo tanto es muy importante distribuirse el trabajo de manera equitativa, para no atrasarse en la entrega de lo que se ha solicitado. Te recomendamos que cada compañero de tu equipo cooperativo tenga algunos de los siguientes roles:

- **Gestor:** es la persona que encabeza el proyecto, revisa fechas de entrega, hace realimentación y reflexiones sobre el trabajo realizado, presenta los avances, revisa pendientes, apoya los demás roles, distribuye el trabajo con respecto a las habilidades de los demás y tiene responsabilidad en todos los demás campos.
- **Artista-creativo:** es la persona encargada de crear y diseñar los prototipos u obras que sean en 2D o 3D, su punto fuerte es poder plasmar las ideas de los demás y las suyas, convirtiéndolas en un producto tangible. Ayuda a resolver problemas cualitativos.
- **Asesor Científico:** es la persona que ayuda a resolver los problemas cuantitativos, puesto que su fortaleza son los procesos lógicos-matemáticos, realizar operaciones matemáticas, entender fenómenos científicos.
- **Buscador (seeker):** es la persona que tiene gran habilidad en buscar e identificar información válida y correcta de diferentes fuentes o recursos. Su especialidad es consultar e investigar sobre el tema que le asignen. Ayuda a brindar y discriminar información para resolver problemas cuantitativos y cualitativos.

Esta guía te dará toda la información necesaria para poder llevar a cabo el proyecto.

4. ¿Qué temáticas se van a desarrollar?

Estaremos trabajando durante cuatro (4) semanas, tres (3) grandes unidades temáticas:

1. Cáncer y respuesta inmunitaria
 - 1.1 ¿Qué es el cáncer?
 - 1.2 Sobre la quimioterapia y radioterapia
 - 1.3 Respuesta inmunitaria
2. Proliferación y sucesiones
 - 2.1 Proliferación celular alterada y ADN

2.2 Sucesiones

2.3 Ejemplo de sucesión sencillas aplicadas en las células

3. Autómatas celulares

3.1 ¿Qué son?

3.2 Creación de autómatas celulares sin computador

3.3 Autómatas y proliferación celular

3.4 Autómatas y arte

3.5 Diseño de pieza artística

5. Entregables, avances por semana y actividades por realizar

Cada semana debes entregar o presentar un avance del proyecto a tu docente, es importante ser puntual con la entrega de lo que se pida. Teniendo muy claro lo anterior, empecemos el estudio y la ejecución del proyecto.

6. Guía de estudio y actividades

6.1 Primera semana de trabajo: Cáncer y respuesta inmunitaria

¡Hola! Bienvenidos a esta primera semana de trabajo, revisaremos algunas generalidades del cáncer para ser más conscientes de esta enfermedad.

6.1.1 ¿Qué es el cáncer?

Según la OMS el cáncer es un proceso de crecimiento y diseminación incontrolados de células. Puede aparecer prácticamente en cualquier lugar del cuerpo. El tumor suele invadir el tejido circundante y puede provocar metástasis en puntos distantes del organismo.

Lo primero que debe decir es que el cáncer es el proceso de crecimiento y diseminación incontroladas de células, existen muchos tipos de cáncer y este se puede originar en cualquier parte del cuerpo.

Cada una de las células de nuestro cuerpo tiene funciones muy específicas, las células comúnmente se dividen de manera ordenada y mueren cuando se han desgastado o se dañan. El cáncer se origina cuando las células comienzan a crecer sin control, continúan creciendo y formando nuevas célu-

las que desplazan a las células normales. Esto causa problemas en el área del cuerpo produciendo el tumor canceroso. La mayoría de los cánceres forman una masa llamada tumor o crecimiento, pero no todas las masas son cancerosas. Los médicos extraen un fragmento de la masa y la analizan para determinar si es cáncer, cuando la masa no es cancerosa se denomina tumor benigno y cuando es cancerosa es un tumor maligno.

Estas células cancerosas también se pueden propagar a otras partes del cuerpo. Por ejemplo, las células cancerosas en el pulmón pueden viajar hasta los huesos y crecer ahí, este tipo de propagación de las células de cáncer se conoce como metástasis. Cuando las células del cáncer de pulmón comienzan a crecer en los huesos, se sigue llamando cáncer de pulmón.

Algunos tipos de cáncer crecen y se propagan rápidamente mientras que otros crecen lentamente, responden al tratamiento de diferente manera. Algunos tipos de cáncer se tratan mejor con cirugía, otros con medicamentos, lo cual se conoce como quimioterapia.

Los tipos de cáncer más comunes son:

- Cáncer colorrectal
- Cáncer de próstata
- Cáncer de mama
- Cáncer de pulmón
- Cáncer de estómago

Dato histórico: Hipócrates fue el primer griego en usar el término “karkínos” (καρκινος) para referirse a una úlcera maligna’ o ‘cáncer’. Lo curioso de este concepto es que también de él se deriva la palabra cangrejo.

6.1.2 Sobre la quimioterapia y radioterapia

6.1.1.1 Quimioterapia

La quimioterapia es el término que se utiliza para referirse al conjunto de medicamentos usados para combatir el cáncer. Se usa para curar, disminuir, evitar que el cáncer se disemine, alivia los síntomas que esta enfermedad produce.

La quimioterapia es aplicada de varias formas dependiendo del tipo de cáncer, los fármacos (medicamentos) quimioterapéuticos se administran a través de:

- Inyecciones intramusculares
- Inyecciones subcutáneas
- En una arteria
- En una vena (intravenosa o IV)
- Píldoras tomadas por vía oral
- Inyecciones en el líquido que rodea la médula espinal o el cerebro

A. Revisa la diferencia de las inyecciones intramusculares y subcutáneas.

Desafortunadamente la quimioterapia a veces tiene efectos secundarios severos como: destruir algunas células normales como las de la médula ósea, las de los folículos capilares y las del revestimiento de la boca y del tubo digestivo. Esto implica que personas que pasan por un proceso de quimioterapia tienden a sufrir de vómito, náuseas, diarrea, fatiga o pérdida de cabello.

6.1.1.2 Radioterapia

La radioterapia es un proceso donde se usan rayos X para eliminar células cancerígenas, se usa debido a que el crecimiento de las células cancerígenas es mayor que el de las células normales. La radiación emitida por los rayos X es más dañina para las células que se reproducen rápidamente como lo son las células cancerígenas. La radioterapia se puede usar en varios tipos de cáncer y en algunos casos es el único tratamiento para controlar un cáncer en una persona.

Existen 3 tipos de radioterapia:

- Externa: El rayo X apunta a algún lugar de la piel.
- Interna: En la cual el haz de luz se coloca directamente sobre el tejido u órgano a tratar o se usa radiación líquida tomándola o consumiendo una píldora.
- Intraoperatoria: Según el portal web Medlineplus “se usa durante una cirugía para extirpar un tumor, los rayos x radiación en la zona en donde estaba el tumor inmediatamente después de que este es extirpado y antes de que el cirujano cierre la incisión”.

Al igual que la quimioterapia, la radioterapia puede tener efectos secundarios como cambios en la piel, pérdida de cabello, ardor y adelgazamiento del tejido cutáneo.

6.1.3 Respuesta inmunitaria

Para hablar sobre la respuesta inmunitaria es necesario recordar la importancia del sistema inmunológico del cuerpo humano.

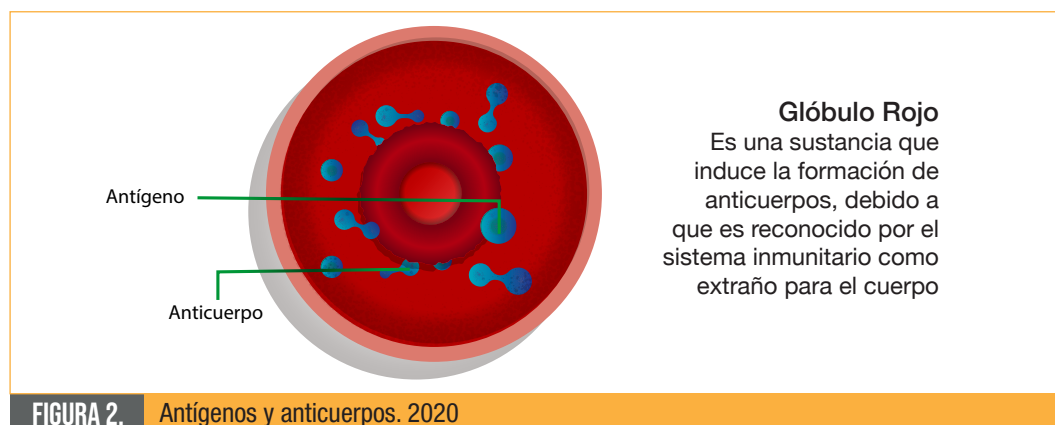
El sistema inmunológico es una red de células y proteínas que actúan de manera coordinada para distinguir entre elementos celulares normales y anormales, como lo pueden ser bacterias, virus, u otros organismos que pueden invadir el cuerpo humano.

Uno de los procesos del sistema inmunológico es la inmunovigilancia que es un término usado para describir la acción de las células inmunológicas (macrófagos, neutrófilos, células T, NK, células B), mientras circulan a través del cuerpo buscando cualquier anomalía. Cuando una célula muta puede parecer como anormal para las células inmunológicas, por lo que el sistema inmunológico lo elimina del cuerpo. Este proceso es muy importante, ya que permite identificar en algunos casos a células pre-cancerosas.

B. Revisa las diferencias y características principales de las células inmunológicas: Macrófagos, neutrófilos, células T y B.

El portal web de la institución de Cáncer Emory Winship explica la razón por la cual solo en algún caso el sistema inmunológico reconoce las células pre-cancerosas: "las células T reconocen a los péptidos antígenos "presentados" en su superficie celular. Si las células precancerosas presentan proteínas anormales, las células T las reconocerán como anormales. Recíprocamente, las células pre-cancerosas que el sistema inmunológico no reconoce como anormales, o no puede eliminar, sobrevivirán y podrían proliferarse para formar un tumor".

La sustancia que activa en el sistema inmunitario la producción de anticuerpos, el antígeno puede provenir de diferentes sustancias del ambiente como químicos, bacterias, virus o polen o la pueden producir algunas células del cuerpo humano.



Dato curioso: En el 2018 Japón emitió una serie animada llamada <<Cells at work>> que de manera cómica representaba la función de las células del cuerpo humano, cada célula tenía el aspecto de una persona, en uno de sus capítulos hablan sobre las células cancerosas. Esta serie por su enfoque didáctico se convirtió en un recurso educativo, si cuentas con conexión a Internet puede ver un trailer de la serie aca: <https://www.youtube.com/watch?v=qO9bH5yGEC0>

6. 2 Semana 2 de trabajo: Proliferación y sucesiones

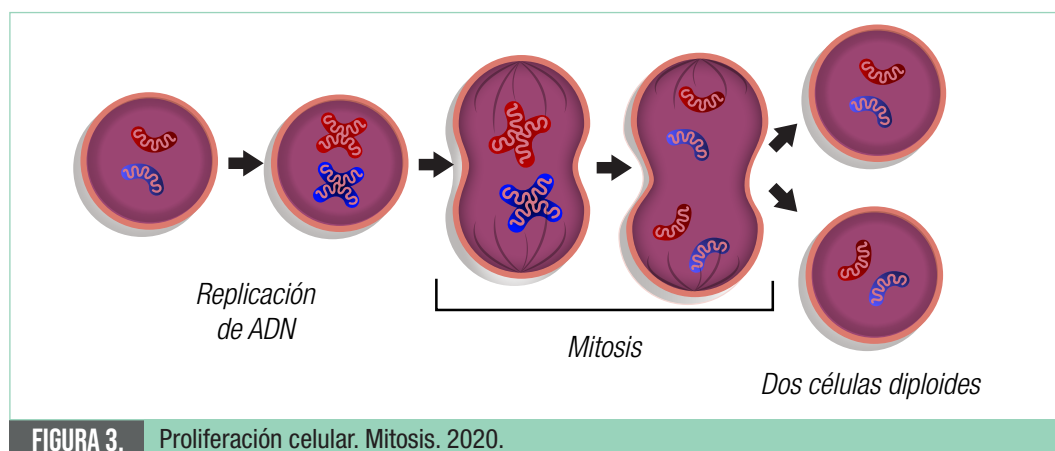
¡Hola! Bienvenidos a una segunda semana de trabajo, esta semana abordaremos temas teóricos de Biología y en Matemática revisaremos la importancia de las sucesiones. Te recomendamos que te apoyes en tu equipo cooperativo.

6.2.1 Proliferación celular alterada y ADN

La proliferación celular es el incremento de las células en el proceso de división celular, es fundamental para la regeneración de tejidos dañados o viejos, esta proliferación debe ser hecha con control para el correcto funcionamiento del organismo.

- Cuando la capacidad de proliferación disminuye se asocia a un factor que origina el envejecimiento.
- Cuando la capacidad de proliferación aumenta de manera descontrolada es un factor que indica que puede ser una enfermedad como el cáncer.

Esta proliferación alterada es causada en su gran mayoría de casos por el proceso de carcinogénesis. La carcinogénesis proviene de las mutaciones que suceden con el material genético (ADN), las células descontroladas continúan su clonación hasta formar tumores. Las mutaciones en el proceso de división celular alteran las proteínas encargadas de inhibir o regular el crecimiento.



Una célula cancerígena tiene su propio factor de crecimiento lo que implica que siguen multiplicándose y creciendo, mientras que las células normales mantienen un tamaño estable que depende del ambiente y del espacio donde estén ubicadas. Otra característica de las células cancerígenas es que poseen una enzima llamada **telomerasa** que reducen el acortamiento de los telómeros del ADN, encargados de la replicación celular. También las células cancerígenas tienen la capacidad de migrar a otras partes del cuerpo lo que se conoce como **metástasis**. No tienen una muerte celular programada (apoptosis) como las células normales.

6.2.2 Sucesiones

Ahora hagamos un cambio de temática, pero que va a ser necesaria para complementar el concepto de proliferación celular.

Las sucesiones o progresiones son un **conjunto de números que crecen o decrecen** de manera ordena y pueden ser calculados a través de una fórmula o un término general.

Para entender mejor el concepto miremos algunos ejemplos.

Tenemos los siguientes números: 2, 4, 6, 8, 10, 12 ...

A cada número de la sucesión se le conoce como término en este caso el 2 es el primer término, el 4 el segundo término, el 6 el tercer término y así sucesivamente. Pero qué pasa si nos preguntan ¿Cuál es el noveno término? ¿Cómo saber exactamente cuál es y no intentar adivinarlo?

Podemos decir que el primer término de la sucesión es a_1 , el segundo término es a_2 , el tercer término es a_3 y así sucesivamente.

¿Qué implica cambiar la sucesión de los números a términos?, implica que podremos generalizar o buscar una manera de tener una fórmula que encierre la sucesión para así encontrar cualquier término de la sucesión.

Para poder armar la fórmula de la sucesión debemos saber que siempre nos vamos a referir de forma general a los términos como a_n donde la n significa el enésimo término, enésimo es la forma de decir cuando se habla de un término de la sucesión, pero no se determina cual, si es el primero, el quinto, el sexto, el décimo, etc.

$$\text{Entonces si } a_n = 2 \cdot n$$

Podemos reemplazar n por un número para saber qué valor tiene el término en la sucesión.

$$\text{Si } n = 1 \text{ entonces } a_1 = 2 \cdot 1 = 2$$

$$\text{Si } n = 2 \text{ entonces } a_2 = 2 \cdot 2 = 4$$

$$\text{Si } n = 3 \text{ entonces } a_3 = 2 \cdot 3 = 6$$

$$\text{Si } n = 4 \text{ entonces } a_4 = 2 \cdot 4 = 8$$

La ventaja de tener la fórmula es que ahora si podemos preguntar, por ejemplo, ¿cuál es el término 99 de la sucesión $a_n = 2^n$?

Y lo único que debemos hacer es reemplazar la n por el número 99

$$\text{Si } n = 99 \text{ entonces } a_{99} = 2^{99} = 198$$

A. Para fortalecer este concepto encuentra el término 100, 200 de la sucesión $a_n = 2^n$

B. Escribe los 5 primeros términos de la sucesión $a_n = (2^n) + 1$

Pero ¿qué tienen que ver las sucesiones y la proliferación celular?

A lo largo de la lucha por poder controlar el crecimiento alterado de las células, médicos e investigadores han realizado trabajos para buscar una forma de modelar matemáticamente el comportamiento de la proliferación celular de las células cancerígenas.

6.2.3 Ejemplo de sucesión sencillas aplicadas en las células

Sabemos que la célula cancerígena se duplica en cada ciclo celular sin control y límite.

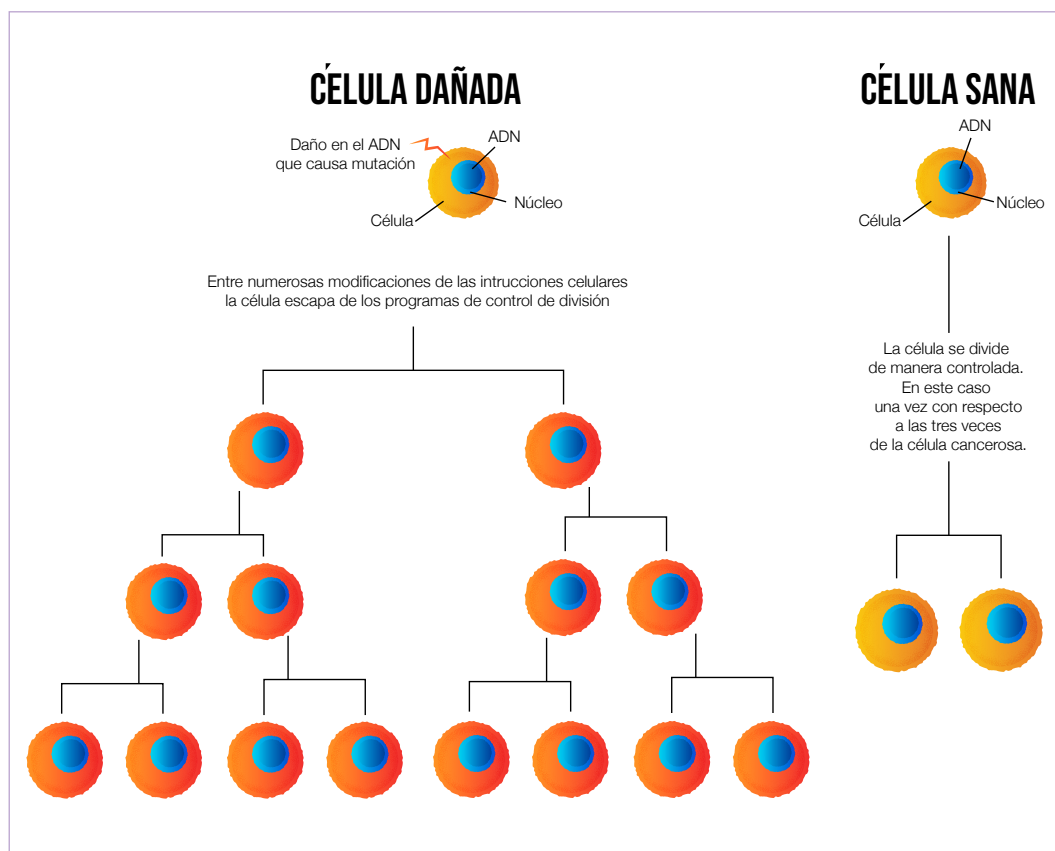


FIGURA 4. Célula dañada duplicándose sin control y célula realizando la duplicación solo una vez. El diario. 2020.

La figura 4 nos muestra de forma visual la duplicación sin control de las células cancerígenas. Si realizáramos la sucesión en la cual se duplican las células tendríamos lo siguiente:

1 célula se duplica salen 2

2 células se duplican salen 4

4 células se duplican salen 8

8 células se duplican salen 16

Podemos colocar este proceso en forma de una sucesión de la siguiente forma: $a_n = 2^n$

Para verificar que es correcto hallemos el segundo, tercer y séptimo término:

Si $n = 2$ entonces $a_2 = 2^2 = 4$

Si $n = 3$ entonces $a_3 = 2^3 = 8$

Si $n = 7$ entonces $a_7 = 2^7 = 128$

Podemos confirmar que la sucesión $a_n = 2^n$ nos muestra de forma matemática el proceso de división celular.

Dato curioso: La sucesión de Fibonacci es muy famosa se construyen a partir de los dos primeros números de la recta numérica: 0 y 1. Cada nuevo número de Fibonacci se obtiene sumando los dos anteriores: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, ... Estos permiten modelar gran cantidad de fenómenos naturales, en especial los de crecimiento, como el aumento de las parejas de conejos, distribución de hojas de árboles, la forma de los caracoles, la cola de algunos animales y muchas más, su fórmula general es: $a_n = a_{n-1} + a_{n-2}$

C. Busca otras fórmulas de sucesiones y comprueba sus primer, tercer y quinto término.

6. 3 Semana 3 de trabajo: Autómatas celulares

¡Hola! Bienvenidos a otra semana de trabajo, en esta semana revisaremos los autómatas celulares y cómo podemos realizar varias actividades y análisis interesantes.

6.3.1 ¿Qué son?

Los autómatas celulares son un modelo matemático para sistemas dinámicos que hacen parte de la teoría que se aprende en las ciencias de la computación.

Consisten en una rejilla o cuadrícula formada por celdas en teoría, infinitas si se usa un computador, a cada celda se le conoce como célula, y estas células cambian de estado según algunas leyes que se les designen.

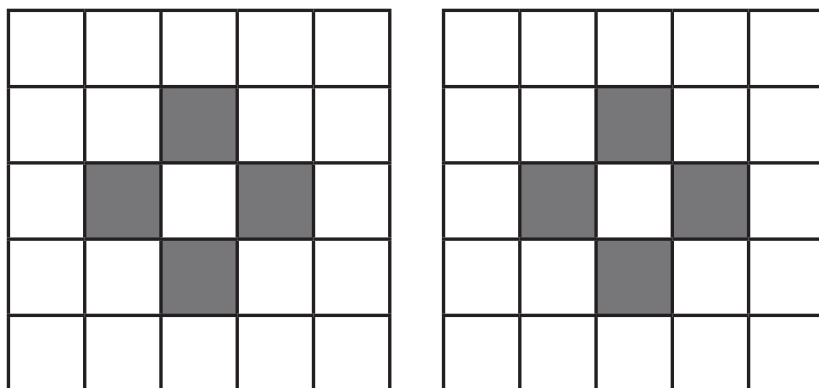


FIGURA 5. Ejemplos de autómatas celulares. Fractales y autómatas celulares. 2020

En la figura 5 cada una de las células tiene un estado previo, algunas celdas o células eran blancas y otras negras, debido alguna ley algunas células cambiaron de color lo que implica visualmente que cambió de forma, de una cruz a un cuadrado.

	2	3	4	
	9	1	5	
	8	7	6	

Cada celda se ve afectada por lo que haga su celda vecina. En este ejemplo la celda 1 de color azul se ve afectada por las celdas de la 2 a la 8, y puede que la celda 1 cambie de estado dependiendo las reglas o leyes que coloquemos.

Vamos a hacer un ejemplo de un autómata muy sencillo usando una cuadrícula:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

La regla es: "Si una célula viva (blanca) tiene a ambos vecinos muertos (color negro) por ende esa célula con el paso del tiempo se muere (cambia de estado)". En este caso nuestro autómata tiene todas las células blancas entonces continuará viva.

Podemos colocar en cualquier celda una célula muerta, no existe una única forma de iniciar el autómata y eso es lo interesante de los mismos.

Para este ejercicio vamos a suponer que la célula 3 y 5 están muertas, es decir que nuestro autómata quede de la siguiente forma:

1	2		4	
---	---	--	---	--

Según la **regla** o ley que colocamos: "Si una célula viva (blanca) tiene a ambos vecinos muertos (color negro) por ende esa célula con el paso del tiempo se muere (cambia de estado)".

¿Qué pasará con cada célula?

Las células 3 y 5 ya están muertas, la célula 1 no tiene vecinos muertos entonces continúa viva, la célula 2 tiene un vecino vivo y uno muerto entonces no cumple la **regla** y la célula 4 tiene a ambos vecinos muertos entonces si la siguiente **iteración** o **generación de células** quedará así:

1	2			
---	---	--	--	--

Nota: El término iteración es muy usado en las ciencias de la computación, la programación y las matemáticas, hace referencia a la cantidad de repeticiones que tendrá un suceso o un fenómeno, para generar una secuencia de resultados. Por eso no se usa el término repetición, ya que, no necesariamente una repetición se realiza con el fin de generar algún resultado. Es una palabra vinculada al uso de algoritmos y hay que recordar que los autómatas celulares se diseñan usando algoritmos.

Las otras dos células no cumplen nunca la regla, por más generaciones o iteraciones que pasen, no van a morir.

Recuerda que no hay un orden de inicio sobre cuántas células pueden iniciar vivas o muertas, es elección personal. A menos que haya una **regla** que te lo diga, esto hace que a pesar de tener las mismas reglas dos personas pueden tener autómatas que se comporten diferente.

- A. Modifica la regla o la ubicación de las células muertas y muestra la evidencia de cómo cambia, puedes hacerlo usando una hoja de Cálculo o en una hoja que tenga cuadrícula.

Dato histórico: El juego de la vida de Conway es una de las aplicaciones de autómatas celulares más famosas que hay, Conway solo colocó 4 reglas para la evolución o proliferación de los autómatas y logró resultados únicos y autómatas con ciertas características si cuentas con acceso a Internet en tu casa prueba la versión online: <https://bitstorm.org/gameoflife/>

6.3.2 Autómatas celulares sin computador

Podemos realizar pequeños ejercicios de autómatas celulares sin computador, para ellos solo es necesario contar con colores, bolígrafos y hojas que tengan cuadrícula.

Realicemos un ejercicio en cuadrícula de 5X5, colocamos 3 reglas y hagamos 4 iteraciones.

1. Si solo 3 células muertas están juntas y no en diagonal en la próxima iteración o generación matarán una célula vecina.
2. Una sola célula muerta rodeada de células vivas, revive.
3. Si hay exactamente 2 células muertas juntas matarán una célula vecina que esté en diagonal.

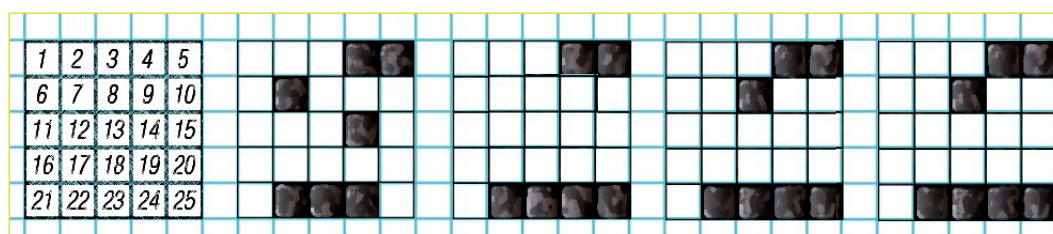


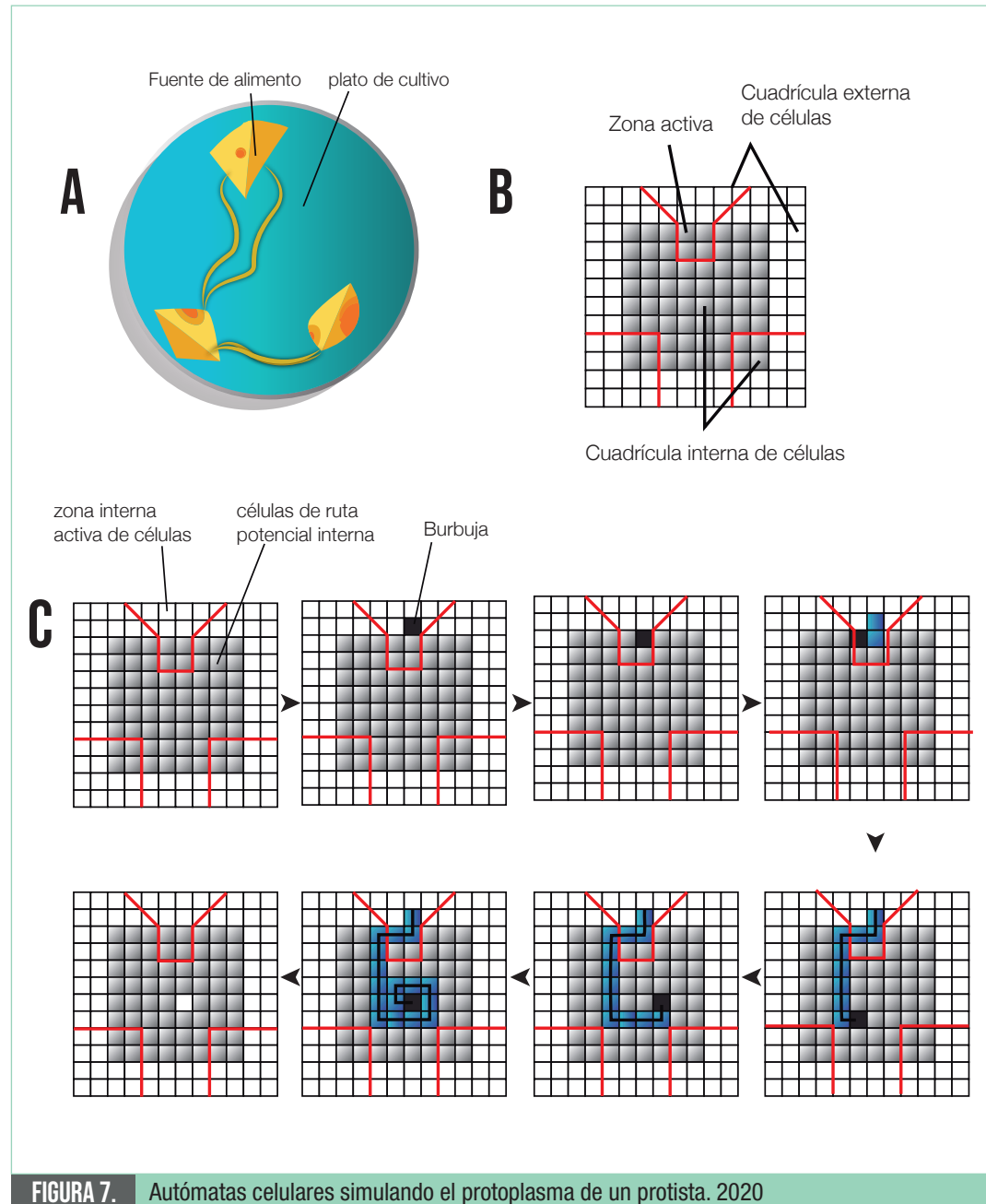
FIGURA 6. Ejercicio de autómata celular a mano. Elaboración propia.

Si miramos la figura 6 podemos darnos cuenta de que después de la tercera generación no habrá ningún cambio, ya que no colocamos ninguna regla de crecimiento general ni tampoco especificamos las reglas para más de 4 células.

- B) Realiza el mismo ejercicio en una matriz (cuadrículada) de 6X6 y agrega otra regla para el crecimiento de las células muertas, haz mínimo 5 iteraciones y máximo 10.

6.3.3 Autómatas y proliferación celular

A través de la creación de reglas y el paso de generaciones en los autómatas, podemos intentar que las células de los autómatas recreen un proceso de división celular.



La figura 7 muestra una aplicación real de los autómatas celulares para el estudio del comportamiento celular de seres vivos.



FIGURA 8. Autómatas celulares emulan con ciertas reglas las formas de las conchas del mar. 2020

6.3.4 Autómatas y arte

Los autómatas y la teoría de la computación no solo han permitido avanzar en campos de investigación científica, sino desde los espacios creativos muchos artistas también han desarrollado diferentes aplicaciones u obras aplicando esta teoría.

Miremos algunos referentes artísticos:



FIGURA 9. Vida y muerte del algoritmo. 2020



FIGURA 10. Ejemplos de piezas diseñadas con autómatas. 2020

Actualmente muchos artistas están intentando hacer música usando el comportamiento de los autómatas, pero aún están en una fase de experimentación.

C) Busca la biografía de una artista ecuatoriana contemporánea, adjunta algunas de sus obras.

6.3.5 Diseño de pieza artística

Para finalizar es hora de realizar la pieza visual sobre la proliferación del cáncer a nivel celular, como es una pieza artística eres libre de usar el tamaño de cuadrícula que quieras si deseas realizarla con el equipo a mano o usando una hoja de cálculos. Solo tengan en cuenta los siguientes parámetros y consejos:

1. Usa una matriz de mínimo 7X7 y máximo 20X20, coloca la célula cancerígena en la ubicación que quieras.
2. Una célula cancerígena (usa el color de preferencia) se multiplica según la sucesión $a_n = 2^n$ pero mantiene su tamaño de 1X1.
3. Realiza mínimo 10 iteraciones máximo 30.
4. Cada tres iteraciones la persona asiste a una quimioterapia donde le aplican una proteína inhibidora de crecimiento, entonces cada 3 iteraciones al 50% de las células cancerígenas que tenga tu autómata rodéalas con un color

diferente, esas células ya no podrán seguir creciendo. Puedes iniciar la quimioterapia en la iteración que tú quieras. Si tienes el suficiente tiempo haz dos ejercicios con un autómata que inicia el proceso en la tercera iteración y otro que inicie la quimio en la séptima iteración.

5. Revisa la corriente artística del cubismo y el pixel art como fuente de inspiración.
6. Si quieres agregar otra regla lo puedes hacer.
7. Usa diferentes colores para diferenciar las células vivas (normales), cancerígenas y los inhibidores. Por ejemplo: puedes usar colores cálidos para las células vivas, colores fríos para las células cancerígenas y algún color que complemente para los inhibidores.

6. 3 Semana 4 de trabajo: entregables

Llegamos a la última semana de trabajo, aprovéchala para finalizar algo que hayas dejado pendiente de las semanas anteriores, esta semana debes terminar tu pieza artística y realizar el video.

6.4.1 Pitch video

El Pitch video es una presentación muy corta que expone los componentes principales y más importante de una idea de negocio, en esta caso aplicaremos el pitch video para que sustentas tu proyecto STEAM.

- A) Con tu equipo de trabajo realicen un video de máximo 3 minutos (no puede ser mayor a 3 minutos, ni por un par de segundos puesto que no se tomará en cuenta) donde se presenten cada miembro del equipo y su respectivo rol, y el gestor del equipo explique y muestre los resultados de todas las iteraciones del autómata celular y como quedó la pieza final, también debe exponer que reglas usó o si agregó otra. Sube el video y comparte el enlace en alguna de las siguientes plataformas:



Deja el enlace como vínculo privado, es decir, que solo las personas con el enlace puedan ver el video.

Si ningún miembro del equipo cuenta con acceso a Internet, prepárate para hacer la presentación del trabajo en la Institución Educativa. No olvides adjuntar las respuesta en la parte final de esta guía y entrega solo un formato por equipo de trabajo.

6.4.5 Documentación

Para reflexionar:

- B) Cada miembro del equipo debe responder estas preguntas: ¿Cuál fue tu temática favorita de la guía? ¿Qué aprendizaje te llevas? ¿Cuál fue la temática que más te costó realizar o entender?
- C) Cada miembro del equipo debe responder estas preguntas: ¿Consideras que el arte y las matemáticas van de la mano? ¿Te sirvió este proyecto para quitarte mitos y aprender más del cáncer? ¿Considerarías estudiar una carrera enfocada en la medicina, genética, biología, matemáticas o artes? ¿Por qué?

7. Rúbrica de evaluación

La rúbrica de evaluación es una matriz con la cual sabrás exactamente qué se te pedirá, con ella puedes entender los requerimientos para aprobar el proyecto.

Aspectos a evaluar		Nivel de desempeño				
Indicadores de evaluación		Muy superior	Superior	Medio	Bajo	
Componentes y Destrezas	S	Comprende y evalúa la respuesta del cuerpo humano frente a microorganismos y patógenos describiendo el proceso de respuesta inmunitaria e identificando las anomalías del sistema.				
	T	Estudia, analiza y comprende la relación entre los procesos de autómatas celulares como parte de las ciencias de la computación y los procesos relacionados con microorganismos y patógenos.				
	E	Construye una serie de iteraciones a partir del estudio de los autómatas celulares y la relación entre los procesos biológicos estudiados.				
	A	Comprende la transformación biológica y social del ser humano entablando relaciones artísticas demostradas en la creación de una obra plástica.				
	M	Comprende las progresiones aritméticas, las sucesiones y hace uso de estos conceptos en la aplicación de ellos en autómatas celulares.				

8. Referencias

Emory University. Sf. El sistema inmunológico. <https://www.cancerquest.org/es/biologia-del-cancer/el-sistema-inmune>

Gobierno de Canarias. Sf. Fractales y autómatas celulares. <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/mrodperov/fractales/fractales-y-automatas-celulares/>

González, Covarrubias. Sf. ¿Qué es carcinogénesis? <https://www.saberamas.umich.mx/archivo/la-ciencia-en-pocas-palabras/240-numero-27/430-que-es-carcinogenesis.html>

Khan Academy. Sf. El cáncer y el ciclo celular. <https://es.khanacademy.org/science/biology/cellular-molecular-biology/stem-cells-and-cancer/a/cancer>

Khan Academy. Sf. Los telómeros y la telomerasa. <https://es.khanacademy.org/science/biology/dna-as-the-genetic-material/dna-replication/a/telomeres-telomerase>

Kids.Net.Edu. Sf. Cellular automaton. http://encyclopedia.kids.net.au/page/ce/Cellular_automaton

Matesfacil. Sf. Sucesiones o progresiones aritméticas. <https://www.matesfacil.com/ESO/progresiones/sucesion-aritmetica-formulas-ejemplos-problemas-resueltos.html>

MedlinePlus. Sf. Antígeno. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002224.htm>

MedlinePlus. Sf. Quimioterapia. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002324.htm>

MedlinePlus. Sf. Radioterapia. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001918.htm>
Sanitas. Sf. ¿Cuáles son los tipos de cáncer más frecuentes? <https://www.sanitas.es/sanitas/seguros/es/particulares/biblioteca-de-salud/cancer/tipos-de-cancer-frecuentes.html>

8.1 Referencias Imágenes

Figura 1. Cifras sobre salud en el mundo según la ODS. UNDP. Recuperado de <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-3-good-health-and-well-being.html> última consulta 19/07/20

Figura 2. Antígenos y anticuerpos. Recuperado de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/images/ency/fullsize/9071.jpg> última consulta 19/07/20

Figura 3. Proliferación celular. Mitosis Recuperado de <https://gbkeegbaiigmenfmjfcldgdpimamgkj/views/qowt.html#about:blank> última consulta 19/07/20

Figura 4. Célula dañada duplicándose sin control y célula realizando la duplicación solo una vez. El diario. Recuperado de https://www.eldiario.es/fotos/csic_EDIIMA20190128_0136_19.jpg última consulta 19/07/20

Figura 5. Ejemplos de autómatas celulares. Fractales y autómatas celulares. Recuperado de <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/mrodperov/fractales/fractales-y-automatas-celulares/> última consulta 19/07/20

Figura 6. Ejercicio de autómata celular a mano. Elaboración propia.

Figura 7. Autómatas celulares simulando el protoplasma de un protista. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Marko_Jusup/publication/325055995/figure/fig2/AS:624611653853184@1525930431835/Cellular-automaton-for-simulating-Physarums-emerging-protoplasm-A-Biological.png última consulta 19/07/20

Figura 8. Autómatas celulares emulan con ciertas reglas las formas de las conchas del mar. Recuperado de <https://dhushara.com/CA/CA2D-files/shell2.jpg> última consulta 19/07/20

Figura 9. Vida y muerte del algoritmo. Recuperado de <https://troika.uk.com/work/life-death-algorithm-dice-works-troika/> última consulta 19/07/20

Figura 10. Ejemplos de piezas diseñadas con autómatas. Recuperado de <https://www.newcomplexlight.org/designing-beauty-the-art-of-cellular-automata/> última consulta 19/07/20

9. Guía de entrega.

Este espacio es para que respondas cada uno de los puntos pedidos por semana

Nombre del equipo:

Integrantes y rol:

Semana 1:

A)

B)

Semana 2:

A)

B)

C)

Cáncer y autómatas celulares

Semana 3:

- A)
- B)
- C)

Semana 4:

- A) Enlace del video:
- B)
- C)

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

This image shows a full page of blank, lined paper. It features approximately 20 evenly spaced horizontal grey lines across its entire width, providing a template for writing or drawing. The margins are consistent on all sides.